مقاله پژوهشی
نشریه علوم آبزی پروری

Research Article
www.aquaculturesciences.ir

بررسی هم‌آوری ماهی سفید *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) مهاجر به رودخانه سفیدرود و ارتباط آن با طول، وزن و سن

کیوان عباسی رنجبر*[1]، دانیال گروهی[2]، علینقی سرپناه[3]، مهدی مرادی[1]

[1]پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.
[2]مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی دریای خزر، شهید انصاری، رشت، ایران.
[3]موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
*نویسنده مسئول keyvan_abbasi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۰

چکیده

این بررسی با هدف بررسی تغییرات هم‌آوری ماهی سفید مهاجر به رودخانه سفیدرود در حوضه جنوبی دریای خزر، بر اساس سن و اندازه ماهی و نیز تعیین میزان همبستگی هم‌آوری و قطر تخمک با وزن بدن، طول کل و سن ماهیان صورت گرفت. نمونه‌برداری ماهیان مولد در ابتدای مهاجرت به رودخانه با کمک تور پره با چشمه ۲۰ میلی‌متر در اواخر اسفند ۱۳۹۹ و اوایل فروردین ۱۴۰۰ صورت گرفت. نمونه‌ها به مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت منتقل شدند و پس از تزریق هورمون اواپریم، تکثیر شدند. قبل از تکثیر مصنوعی طول، وزن و سن نمونه‌ها تعیین و سپس وزن تخمک‌های استحصالی تعیین گردید. حدود یک گرم تخمک به‌طور تصادفی برداشت و در ظروف شیشه‌ای حاوی فرمالین ۵٪ ریخته شدند. سپس با ترازوی دقیق وزن نمونه‌ها تعیین شد. نتایج بررسی ۹۸ نمونه ماهی سفید با وزن بدن ۵۴۰ تا ۲۷۱۰ با میانگین ۳۸۴±۱۲۳۱ گرم نشان داد که هم‌آوری کاری ۲۳۵۷۷ تا ۹۲۰۲۹ با میانگین ۱۶۱۸۵±۴۹۶۴۳ عدد، هم‌آوری نسبی ۲۵/۴ تا ۵۸/۱ با میانگین ۶/۸±۴۰/۷ عدد تخمک در گرم وزن بدن و قطر تخمک‌ها ۱/۶۷ تا ۱/۹۹ با میانگین ۰/۰۶±۱/۸۴ میلی‌متر به‌دست آمد که با افزایش سن و اندازه بدن، هم‌آوری کاری افزایش ولی هم‌آوری نسبی کاهش داشت.

واژگان کلیدی: ماهی سفید، تولیدمثل، هم‌آوری، دریای خزر.

مقدمه

در اکوسیستم‌های آبی، به‌منظور بهره‌برداری پایدار از ذخایر ماهیان، بررسی تولیدمثل گونه‌های ماهیان اهمیت زیادی در دارد (Potts and Wootton, 1989; Wootton, 1990; Biswas, 1993; Agarwal, 1999; Coad, 2020). تولیدمثل دارای مفهومی جامع بوده و سن بلوغ، طول بلوغ جمعیت، دوره تخم‌ریزی، نوسانات تخم‌ریزی، دفعات تخم‌ریزی در طول زیست، دوشکلی جنسی، درصد بالغین، مهاجرت تخم‌ریزی، نسبت جنسی بالغین در فصل تخم‌ریزی، میزان هم‌آوری، وزن و قطر تخمک‌ها و موارد دیگری را نیز شامل می‌شود (Agarwal, 1999; Beer *et al.*, 2013; Reid and Chaput, 2012; Rinaldo, 2020). هم‌آوری موضوعی مهم در ارزیابی تولیدمثل ماهیان بوده و در این راستا‌ریا، معمولاً هم‌آوری‌های مطلق، کاری و نسبی مورد بررسی قرار می‌گیرد. هم‌آوری مطلق، تعداد تخمک رسیده و یا قابل رسیدن قبل از تخم‌ریزی است. هم آوری کاری، تعداد تخمک‌های استحصالی از مولدین در فصل تکثیر (اغلب در تکثیر مصنوعی)، و هم‌آوری نسبی، نسبت کل تخمک‌های رسیده قابل تخمریزی در ماهیان با روش تخم‌ریزی کل (total spawner) و ماهیان تخم‌ریز یک‌باره در یک فصل محدود (singular batch spawner) و نسبت کل تخم‌های

رسیده و یا قابل تخمریزی در ماهیان با روش تخم‌ریزی چندباره یا دفعه‌ای (متناوب) در یک دوره تخم‌ریزی متوسط تا وسیع (multiple batch spawner) در طبیعت و یا نسبت تعداد تخم های استحصالی در حین تکثیر مصنوعی به ازای واحد وزن، طول بدن و یا سن مولدین ماده عنوان شده است (Brown.*et al.*, 2003; Brown-Peterson *et al.*, 2011).

ماهی سفید *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) گونه‌ای ارزشمند از خانواده Leuciscidae (تا سال‌های اخیر جزء کپورماهیان Cyprinidae) بوده (Froese and Pauly, 2022) و از مهم ترین ماهیان اقتصادی در سواحل جنوبی دریای خزر است و معمولاً بیش از ۶۰ درصد وزن صید سالانه ماهیان استخوانی صید شده با پره‌های تعاونی را در آب‌های ایرانی تشکیل می‌دهد. این ماهی در دریا زیست نموده و برای تخمریزی از مهر تا اردیبهشت به رودخانه‌های حوضه ایرانی دریای خزر از جمله اغلب رودخانه‌های گیلان مهاجرت و در اسفند تا اوایل خرداد فعالیت تولیدمثلی دارد (عباسی، ۱۳۹۶: عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). مطالعاتی در مورد خصوصیات تولیدمثلی ماهی سفید مانند تعیین زمان تخم‌ریزی، نوع تخم ریزی، میزان هم‌آوری و قطر تخمک صورت گرفته است. کازانچف (۱۹۸۱)، عبدلی و نادری (۱۳۸۷)، کیوانی و همکاران (۱۳۹۵) و عباسی (۱۳۹۶) اطلاعاتی جامع راجع به مهاجرت و تولیدمثل بیش از ۸۰ گونه ماهی مربوط به حوضه دریای خزر از جمله ماهی سفید ارائه نموده‌اند. مطالعات انجام شده در خصوص هم‌آوری ماهی سفید در ایران نشان داد که هم‌آوری این ماهی در ابتدای مهاجرت در تالاب انزلی (Faridpak, 1968)، در رودخانه‌های غرب استان گیلان (آذری تاکامی، ۱۳۶۲) در رودخانه حویق (رضوی صیاد، ۱۳۷۴)، در رودخانه‌های شیرود، تنکابن، تجن و گهرباران استان مازندران (فارابی و همکاران، ۱۳۸۶)، در ماهی سفید مهاجر پاییزه در تالاب انزلی (ولی‌پور و خانی‌پور، ۱۳۹۴)، در رودخانه های شیرود و تجن مازندران (خارا و همکاران، ۱۳۸۹)، در رودخانه شیرود (Khara and Bavand Savadkouhi, 2017) و در رودخانه سفیدرود در حدود ۱۲ سال قبل (سوداگر و همکاران، ۱۳۹۵) مورد بررسی قرار گرفته است، همچنین هم‌آوری این ماهی در سواحل گیلان (امینیان فتیده، ۱۳۸۵)، در سواحل جنوبی دریای خزر (افرائی و همکاران، ۱۳۸۸)، در سواحل مازندران (Fazli *et al.*, 2013) و سواحل مازندران (دریانبرد و همکاران، ۱۴۰۰) و در ساحل گلستان (Keivany *et al.*, 2012) تعیین شده است. همچنین مطالعاتی در رابطه با هم‌آوری کاری ماهی سفید مهاجر به رودخانه‌های ایرانی دریای خزر و ارتباط آن با طول، وزن و سن مولدین ماده، در ۱۰ سال اخیر در آب‌های گیلان خصوصاً سفیدرود که بزرگ‌ترین و مهم‌ترین رودخانه حوضه جنوبی است، وجود ندارد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان هم‌آوری کاری ماهی سفید مهاجر به رودخانه سفیدرود و ارتباط آن با طول، وزن و سن ماده‌ها و نیز بررسی تغییرات تعداد تخمک در گرم تخمدان و قطر تخمک‌ها در مولدین سنین مختلف در فروردین‌ماه ۱۴۰۰ در قالب پروژه بررسی فراوانی و ساختار طولی و وزنی بچه‌ماهیان و تعیین جمعیت‌های اکولوژیک ماهیان سفید و کفال در سواحل استان گیلان صورت گرفت تا نتایج آن در بهبود مدیریت هچری این ماهی در مراکز تکثیر دولتی و خصوصی و نیز مراکز علمی-پژوهشی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

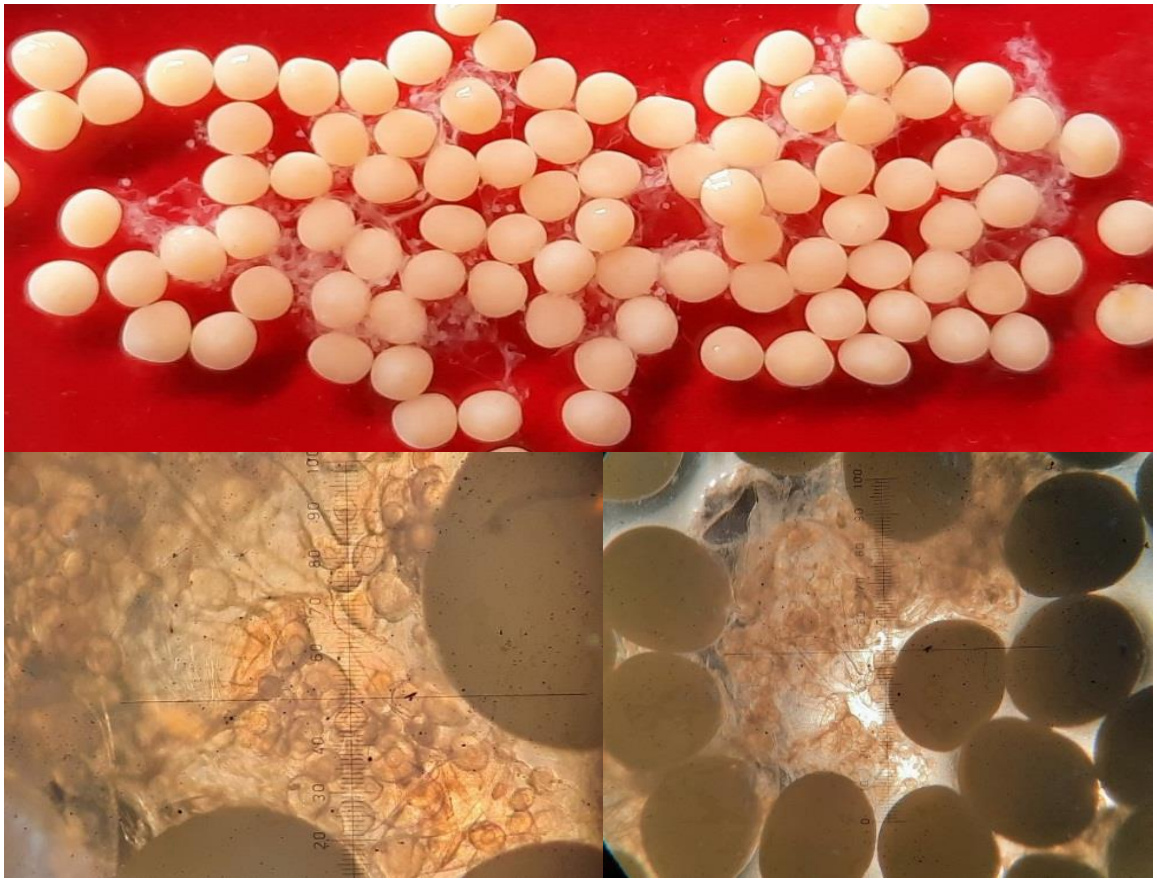
به‌منظور تعیین هم‌آوری کاری و ارتباط آن با طول، وزن و سن مولدین ماهی سفید مهاجر در رودخانه‌های گیلان، نمونه‌برداری مولدین ماده ماهی سفید در ابتدای مهاجرت به رودخانه سفیدرود در نزدیک ساحل کیاشهر و در حدود ۱۰۰۰ متری رودخانه با استفاده از لاکش و پره (beach seine) چشمه ۲۰ میلی‌متر با طول ۱۰۰ و ارتفاع ۴ متر، در اواخر اسفند ۱۳۹۹ و اوایل فروردین ماه ۱۴۰۰ انجام شد. سپس

نمونه‌ها با ظروف محتوی اکسیژن به مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان شهید انصاری رشت منتقل شده و پس از تزریق اواپریم، تکثیر شدند. در ابتدای تکثیر مصنوعی، توزین نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۵ گرم و اندازه‌گیری طول کل و چنگالی با تخته بیومتری با دقت ۱ میلی‌متر انجام شد، سپس تعداد ۳ تا ۵ فلس بین باله پشتی و خط جانبی ماهیان ماده برداشته و در داخل دفترچه تعیین سن قرار گرفت و سپس سن آنها از طریق محاسبه نواحی متحدالمرکز روشن و متحدالمرکز فشرده یا تیره متناوب با استفاده از لوپ با بزرگنمایی ۲۰ تعیین گردید (پرافکنده، ۱۳۸۷). برای بررسی هم‌آوری کاری ماهیان مهاجر به سفیدرود، تخم‌های استحصالی که در مرحله رسیدگی اواخر ۴ سیستم ۶ مرحله‌ای (Brown *et al.*, 2005) قرار داشتند، مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار، ابتدا وزن تخمک‌های استحصالی با ترازوی با دقت یک گرم تعیین گردید و حدود یک گرم تخم به‌طور تصادفی برداشته شد و در ظروف شیشه‌ای حاوی فرمالین بافر ۵ درصد ریخته شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه ماهی‌شناسی پژوهشکده آبزی‌پروری آب های داخلی (بندر انزلی) منتقل شدند و پس از چندماه، مقداری تخم از داخل ظروف مربوطه (حدود ۰/۴ تا ۰/۵ گرم) برداشت شد و پس از گرفتن رطوبت اضافی با کاغذ صافی، وزن دقیق نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. سپس نمونه تخمک‌های هر ماهی، در زیر لوپ دوچشمی با بزرگنمایی ۱۰ برابر در آزمایشگاه شمارش شدند. به دنبال آن، اندازه‌گیری قطر حداقل ۲۰ نمونه تصادفی از تخم‌های هر نمونه با استفاده از اکولامتر روی لوپ تعیین شد (Agarwal, 1999; Biswas, 1993).

جهت تعیین دستجات تخمک، از برخی نمونه‌ها قطر حدود ۱۰۰ نمونه تصادفی تخمک اندازه‌گیری شد. جهت تعیین (تخمین) هم‌آوری کاری از معادله $F=nG/g$ استفاده شد که F: هم‌آوری کاری، n: تعداد تخم در زیرنمونه، G: وزن تخم‌های استحصالی (گرم)، g: وزن زیر نمونه (گرم) می‌باشند، همچنین جهت تعیین هم‌آوری نسبی از معادله $R=F/TW$ که R: هم‌آوری نسبی،F: هم‌آوری کاری و TW: وزن کل بدن ماهی است، استفاده گردید (Kjesbu *et al.*, 1991; Biswas, 1993; Agarwal, 1999). در ماهی سفید که تخم‌ریزی را در زمان کوتاهی انجام می‌دهد و تخمریز دفعه‌ای است (کیوانی و همکاران، ۱۳۹۵: Froese and Pauly, 2022)،در واقع هم‌آوری آن مشخص است (determinate fecundity)، هم‌آوری کاری، ارتباط زیادی با هم-آوری مطلق دارد. برای تخمین هم‌آوری کاری ماهی سفید، و تعیین ارتباط بین طول، وزن و سن ماهیان با هم‌آوری کاری و نسبی و نیز قطر تخمک‌ها، از ماهیان اندازه‌های مختلف به‌صورت تصادفی و پشت سر هم در طی سه روز مختلف، تعداد ۹۸ مولد مورد بررسی قرار گرفت.

همچنین در کنار بررسی حاضر، هم‌آوری مطلق (کل تخمک‌های بزرگ) ۱۵ نمونه ماهی سفید جواب نداده به هورمونوتراپی یا در ابتدای مهاجرت به سفیدرود تعیین شد (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱) که پس از مقایسه با مولدین تکثیرشده معلوم شد که به‌طور متوسط حدود ۸۷ درصد تخم‌ها در هورمونوتراپی ریخته می‌شود، بنابراین هم‌آوری مطلق مولدین تکثیرشده نیز تخمین زده شد تا مقایسه با منابع دیگر صورت گیرد.

کلیه داده‌ها وارد نرم‌افزارهای Excel (نسخه ۲۰۱۶) و SPSS (نسخه ۲۰۲۲) شده و جهت تعیین تفاوت‌های آماری هم‌آوری کاری، هم‌آوری نسبی، قطر تخمک و تعداد تخمک در گرم تخم بر اساس سن و گروه‌های طولی و وزنی، ابتدا بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف یا شاپیرو-ویلک صورت گرفت (Zar, 2010). سپس از آنالیز واریانس (داده‌های نرمال) یا کروسکال-والیس (داده‌های غیرنرمال)، تجزیه داده‌ها انجام شد و از آزمون‌های توکی یا من-ویتنی یو برای مقایسه بین گروه‌ها استفاده شد. همچنین نمودارهای خطی و غیرخطی (پاور) برای محاسبه همبستگی هم‌آوری بر



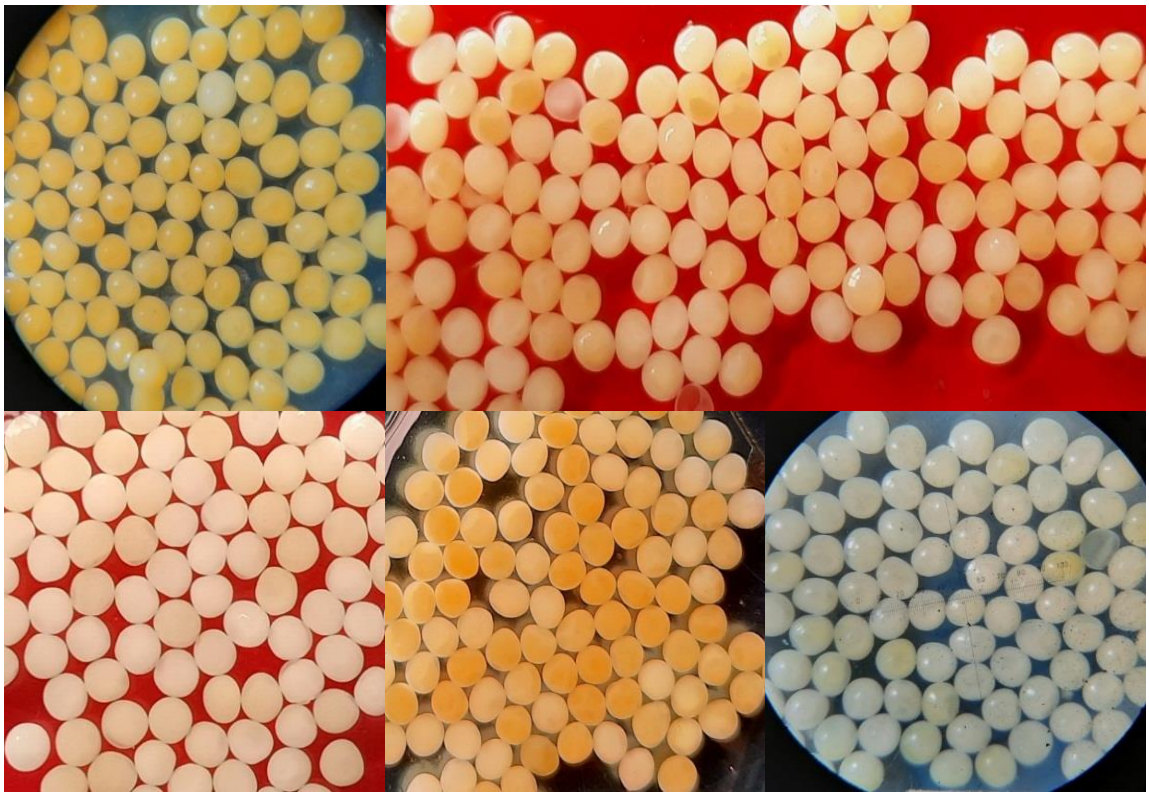
شکل ۱- نمونه تخمک‌های ماهی سفید مولد در ابتدای مهاجرت به سفیدرود با اندازه بزرگ (آماده لقاح) و ریز (اووسیت ۲) (**بالا**: نمونه تخمک‌های ماهی دارای ۲ دسته تخمک بزرگ و ریز (اووسیت های مرحله ۱ تا ۲) **پایین**: راست نمونه تخمک‌های ماهی دیگر با بزرگنمایی ۲۰ و چپ همان نمونه با بزرگنمایی ۴۰ برابر که دارای ۲ دسته تخمک‌های بزرگ و اووسیت‌های مرحله ۱ تا ۲ هستند).

اساس سن، طول و وزن بدن، و میزان همبستگی پیرسون تعیین شد (Zar, 2010).

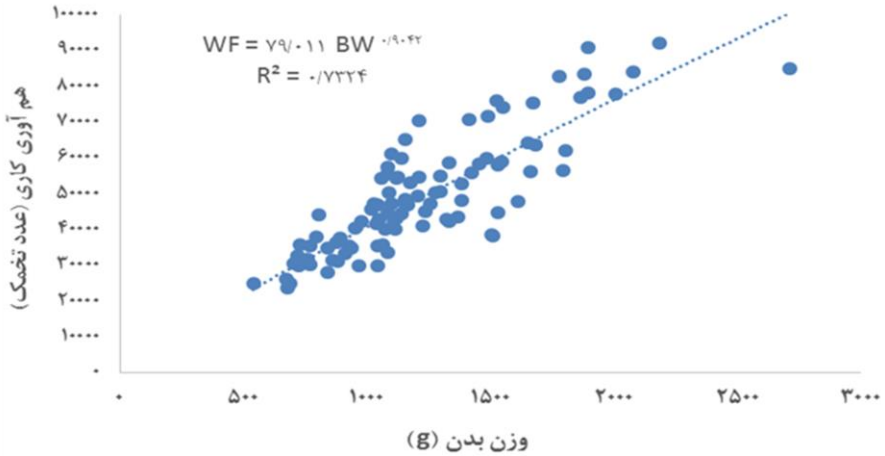
نتایج

نتایج زیست‌سنجی نشان داد که هم‌آوری کاری در ماهیان مهاجر سفید به رودخانه سفیدرود (۹۸ نمونه) در حین تکثیر مصنوعی دارای وزن بدنی ۵۴۰ تا ۲۷۱۰ با میانگین ۱۲۳۱±۳۸۴ گرم، طول کل ۳۶/۷ تا ۶۲/۳ با میانگین ۴۹/۲±۴/۷ سانتی‌متر و سن ۴ تا ۹ سال بودند (سنین ۴، ۵ و ۶ ساله غالب) بود. همچنین بررسی خصوصیات تولیدمثلی نشان داد که وزن تخم‌های استحصالی آن‌ها ۹۵ تا ۴۴۰ با میانگین ۲۱۷/۸±۷۸/۷ گرم، درصد تخم‌های استحصالی به وزن بدن ۱۱/۲۶ تا ۲۳/۹۶ با میانگین ۱۷/۶۲±۲/۶۰ درصد و ضریب چاقی ۰/۸۶ تا ۱/۲۳ با میانگین ۱/۰۰±۰/۰۸ بوده است. نتایج بررسی هم‌آوری نشان داد که هم‌آوری کاری در این ماهیان ۲۳۵۷۷ تا ۹۲۰۲۹ با میانگین ۴۹۶۴۳±۱۶۱۸۵ عدد تخمک، هم‌آوری نسبی ۲۵/۴ تا ۵۸/۱ با میانگین ۴۰/۷±۶/۸ عدد تخمک در گرم وزن بدن و ۵۷۸ تا ۱۶۱۵ با میانگین ۹۹۴±۲۵۱ عدد تخمک در هر سانتی‌متر طول کل و قطر تخمک‌ها ۱/۶۷ تا ۱/۹۹ با میانگین ۱/۸۴±۰/۰۶ میلی‌متر می‌باشد.

۵ درصد تخمک استحصال شده دارای دو دسته تخمک بزرگ و خیلی کوچک (شکل ۱) و حدود ۹۵ درصد تخمک بزرگ (۱/۶۷ تا ۱/۹۹ میلی‌متر) بودند (شکل ۲). بررسی رنگ تخمک‌های استحصالی نشان داد که تقریباً در همه مولدین ماده، ۲ نوع تخمک بزرگ (کرم روشن و کرم زرد) وجود داشته که اندازه قطر آن‌ها نیز نسبتاً مشابه بود و زمینه کلی رنگ تخم

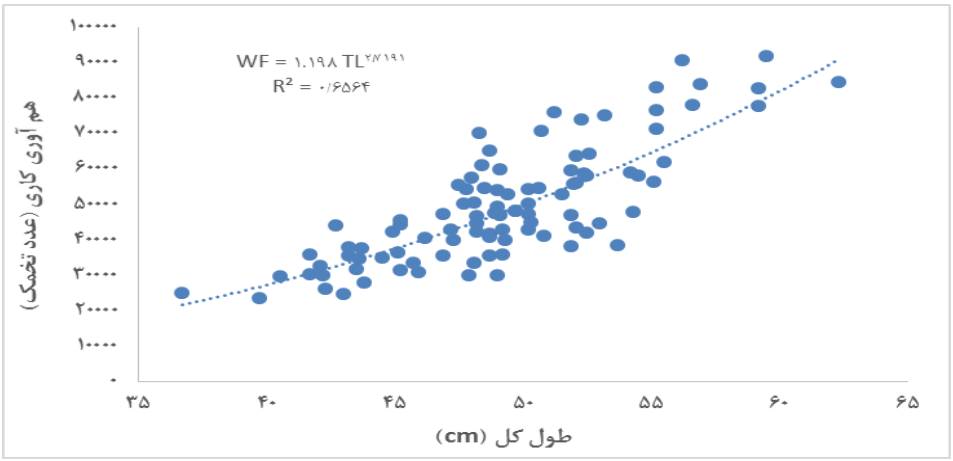


شکل ۲- نمونه تخمک‌های ماهی سفید مولد در ابتدای مهاجرت به سفیدرود با اندازه بزرگ (آماده لقاح) (۵ نمونه از ۵ ماهی متفاوت که همگی دارای تخمک‌های بزرگ و یکدست و رنگ نسبتاً متفاوت (کرم روشن و کرم زرد) بودند و تخمک‌های ریز (اووسیت‌های مرحله ۱ تا ۲) در هیچ کدام مشاهده نشد.

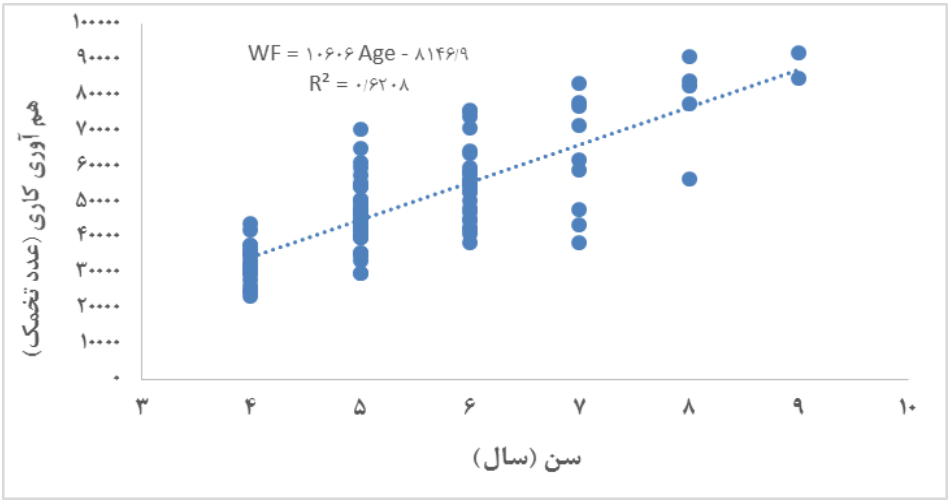


شکل ۳- رگرسیون هم‌آوری کاری با وزن بدن ماهی سفید مهاجر به سفید رود (۱۴۰۰).

های استحصالی در نمونه‌های مختلف تا حدی متفاوت از یکدیگر بود اگرچه اغلب مولدین ماده دارای رنگ غالبی بودند (شکل ۲). نمودار رگرسیونی بین هم‌آوری کاری (WF) با وزن بدن (W) (گرم) از نوع غیرخطی (پاور) با همبستگی (r^2) ۰/۷۳۲ و معادله $WF=79/011W^{0/9042}$ (شکل ۳) بوده، اگرچه میزان همبستگی این دو، در رابطه خطی نیز نسبتاً بالا بود (r^2=۰/۷۱۹). همچنین بین هم‌آوری کاری (WF) و طول کل (TL) به سانتی‌متر از نوع غیرخطی (پاور) با همبستگی ۰/۶۵۶ و با معادله $WF=79/011TL^{0/9042}$ تعیین شد (شکل ۴)، و میزان همبستگی این‌دو، در رابطه خطی نیز برابر ۰/۶۵۶ برآورد شد. همچنین بین هم‌آوری کاری (WF) و سن ماهی (Age) معادله خطی با همبستگی (r^2) ۰/۶۲۱ و با معادله Age



شکل ۴- رگرسیون هم‌آوری کاری با طول کل ماهی سفید مهاجر به سفیدرود (۱۴۰۰).



شکل ۵- رگرسیون هم‌آوری کاری با سن ماهی سفید مهاجر به سفیدرود (۱۴۰۰).

۱۰۶۰۶ + WF=-۸۱۴۶/۹ تعیین شد (شکل ۵)، که همبستگی این‌دو، در رابطه غیرخطی (پاور) ۰/۶۱۶ به دست آمد. آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که ارتباط هم‌آوری کاری هم با وزن بدن ($P<۰/۰۱$، $F= ۲۶۲/۷$) ، هم با طول کل ($P<۰/۰۱$، $F= ۱۸۳/۴$) و با سن ماهیان ($P<۰/۰۱$، $F= ۱۵۷/۲$) معنی‌دار می‌باشد.

بررسی میزان هم‌آوری کاری و قطر تخمک بر اساس سن نشان داد (جدول ۱) که میانگین هم‌آوری کاری ماهی سفید در ماهیان ۴ساله کمترین مقدار (۳۲۶۱۷±۵۳۸۹) بود، همچنین در ماهیان ۸ ساله ۷۸۳۷۲±۱۳۰۸۸ و در ماهیان ۹ ساله ۸۸۴۰۳±۵۱۲۹ و در مجموع ماهیان ۸ و ۹ ساله بیشترین مقدار (۸۱۲۳۸±۱۱۹۳۹) بوده و بتدریج با افزایش سن ماهی تعداد تخمک‌ها افزایش می‌یابد، البته در برخی سنین میزان رشد بالاتر بود. میانگین قطر تخمک نیز تقریباً با افزایش سن افزایش یافت و طبق آنالیز واریانس یک‌طرفه میزان هم‌آوری کاری ($P<۰/۰۱$، $F= ۳۹/۲۰$) و نیز قطر تخمک ($P<۰/۰۱$، $F= ۹/۵۸$) در سنین مختلف تفاوت داشت (آزمون توکی ۴ گروه سنی را از نظر هم‌آوری کاری تفکیک نمود که شامل ماهیان ۴ ساله، ۶-۵ ساله، ۷-۶ ساله و ماهیان مسن‌تر بوده اما از نظر قطر تخمک ۳ گروه (۵-۴، ۶-۵ و ۸-۶ ساله) مشاهده شد). مشخصات وزن بدن و تخم‌های استحصالی مولدین در سنین مختلف نیز در جدول ۱ آورده شده است). همچنین نتایج

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار (Mean±SD) وزن بدن، وزن تخم استحصالی، هم‌آوری کاری، قطر تخمک و تعداد تخمک در گرم تخم در ماهی سفید مهاجر سفیدرود به تفکیک سن (۱۴۰۰).

سن (سال)	تعداد	وزن بدن (g)	وزن تخم‌های استحصالی (g)	هم آوری کاری (عدد)	قطر تخمک (mm)	تعداد تخمک در گرم تخم
۴	۲۲	۷۸۹/۳±۱۰۳	۱۳۲/۷±۲۰/۰	۳۲۶۱۷±۵۳۸۹	۱/۸۰±۰/۰۶	۲۴۶/۰±۲۱/۵
۵	۳۵	۱۰۹۳/۷±۷۲	۱۹۸/۷±۳۶/۲	۴۶۶۴۶±۹۴۸۲	۱/۸۲±۰/۰۵	۲۳۴/۵±۱۷/۸
۶	۲۵	۱۴۲۱/۶±۱۵۵	۲۴۵/۶±۴۶/۹	۵۵۴۳۴±۱۰۸۱۱	۱/۸۶±۰/۰۵	۲۲۶/۱±۱۷/۱
۷	۹	۱۶۶۲/۸±۱۹۹	۲۹۱/۷±۷۱/۵	۶۲۲۵۵±۱۶۳۲۸	۱/۹۰±۰/۰۶	۲۱۳/۱±۱۷/۲
۸ و ۹	۷	۲۰۶۴/۳±۳۲۱	۳۸۶/۴±۴۸/۵	۸۱۲۳۸±۱۱۹۳۹	۱/۸۹±۰/۰۴	۲۱۰/۰±۴۶/۴

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار وزن بدن، وزن تخم‌های استحصالی، هم‌آوری کاری، قطر تخمک و تعداد تخمک در گرم تخم در ماهی سفید مهاجر سفیدرود به تفکیک وزن بدن (۱۴۰۰).

وزن بدن (g)	تعداد	وزن تخم‌های استحصالی (g)	میزان هم‌آوری کاری (عدد)	قطر تخمک (mm)	تعداد تخمک در گرم تخم
۸۰۰<	۱۲	۱۲۳/۸±۱۵/۲	۳۰۲۵۲±۴۶۸۳	۱/۷۹±۰/۰۷	۲۴۴/۹±۲۷/۳
۸۰۰-۱۰۰۰	۱۳	۱۴۵/۴±۱۹/۳	۳۵۳۶۸±۴۸۱۱	۱/۸۲±۰/۰۵	۲۴۳/۶±۱۳/۷
۱۰۰۰-۱۲۰۰	۳۰	۲۰۱/۲±۳۴/۳	۴۷۰۰۴±۸۴۱۱	۱/۸۲±۰/۰۵	۲۳۳/۹±۱۶/۷
۱۲۰۰-۱۴۰۰	۱۵	۲۱۹/۳±۲۵/۳	۵۰۰۸۰±۷۶۱۵	۱/۸۶±۰/۰۷	۲۲۸/۲±۱۸/۷
۱۴۰۰-۱۶۰۰	۱۲	۲۵۷/۵±۴۷/۳	۵۸۷۴۴±۱۳۰۴۹	۱/۸۵±۰/۰۵	۲۲۷/۴±۲۲/۵
۱۶۰۰>	۱۶	۳۴۷/۲±۶۱/۲	۷۳۴۹۷±۱۳۳۷۶	۱/۹۰±۰/۰۵	۲۱۱/۹±۱۵/۳

نشان داد در هر گرم وزن تخمک‌های استحصالی ماهیان سفید مهاجر به سفیدرود، تعداد ۱۷۹ تا ۲۸۳ با میانگین ۲۳۱/۲±۲۱/۱ عدد تخمک و وزن هر تخمک ۵/۵ تا ۵/۶ با میانگین ۴/۴±۰/۴ میلی‌گرم می‌باشد. تعداد تخمک در هر گرم تخمک در ماهیان ۴ ساله ۲۸۳-۱۹۹، در ماهیان ۵ ساله ۲۸۱-۱۹۹ ، در ماهیان ۶ ساله ۲۵۸-۱۸۷، در ماهیان ۷ ساله ۲۴۱-۱۷۹ و در ماهیان بزرگتر (۸ و ۹ ساله) ۲۳۳-۱۸۸ عدد محاسبه شد که دامنه آن‌ها با افزایش سن کاهش نسبی را نشان داد اما میانگین تعداد تخمک در هرگرم تخمک با افزایش سن کاهش داشت (جدول ۱). وزن هر تخمک نیز در ماهیان ۴ ساله ۵/۰-۳/۵ (میانگین ۴/۱±۰/۴)، ۵ ساله ۵/۰-۳/۶ (میانگین ۴/۳±۰/۳)، ۶ ساله ۵/۳-۳/۹ (میانگین ۴/۴±۰/۳)، ۷ ساله ۵/۶-۴/۱ (میانگین ۴/۷±۰/۴) و در ماهیان بزرگتر (۸ و ۹ ساله) ۵/۳-۴/۳ (میانگین ۴/۸±۰/۹) میلی‌گرم تعیین شد.

نتایج جدول ۲، نشان داد میانگین هم‌آوری کاری ماهی سفید در گروه وزنی زیر ۸۰۰ گرم کمترین مقدار و در گروه وزنی بالای ۱۶۰۰ گرم بیشترین مقدار بوده و به‌تدریج با افزایش وزن بدن، تعداد تخمک‌ها افزایش یافت، البته از وزن‌های ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ گرم و بالای ۱۶۰۰ گرم نسبت به گروه‌های قبلی‌تر کاملا بالاً رفته است. میانگین قطر تخمک نیز تقریباً با افزایش وزن بدن افزایش یافت و میزان هم‌آوری کاری ($P<0/01$، F= ۴۰/۴۹) و نیز قطر تخمک ($P<0/05$، F= ۷/۱۸) در گروه‌های وزنی تفاوت داشت. آزمون توکی نیز ۴ گروه را از نظر هم‌آوری کاری تفکیک نمود که شامل ماهیان گروه وزنی ۲-۱، ۴-۳، ۵-۴ و ۶ می‌باشد. همچنین تعداد تخمک در هر گرم تخمدان در ماهیان زیر ۸۰۰ گرم ۲۸۳-۱۹۹، در ماهیان ۱۰۰۰-۸۰۰ گرم ۲۶۰-۲۲۱، در ماهیان ۱۲۰۰-۱۰۰۰ گرم ۲۷۱-۱۹۹، در ماهیان ۱۴۰۰-۱۲۰۰ گرم ۲۸۱-۲۰۵، در ماهیان ۱۶۰۰-۱۴۰۰ گرم ۲۵۸-۱۷۹ و در ماهیان بزرگتر از ۱۶۰۰ گرم ۲۳۸-۱۸۷ عدد محاسبه شد که دامنه آن‌ها با افزایش وزن روند منظمی نداشت اما میانگین تعداد

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار وزن تخم‌های استحصالی، هم‌آوری کاری، قطر تخمک و تعداد تخمک در گرم تخم و وزن تخمک‌ها در ماهی سفید مهاجر سفیدرود به‌تفکیک طول کل (۱۴۰۰).

طول کل (cm)	تعداد	وزن تخم‌های استحصالی (g)	میزان هم‌آوری کاری (عدد)	قطر تخمک (mm)	تعداد تخمک در گرم تخم
۴۰<	۲	۱۰۵/۰±۱۴/۱	۲۴۲۱۰±۸۹۵	۱/۸۱±۰/۰۹	۲۳۳/۳±۳۳/۹
۴۰-۴۴	۱۴	۱۳۱/۴±۱۷/۵	۳۲۷۹۲±۵۱۷۲	۱/۷۸±۰/۰۶	۲۴۹/۶±۲۲/۴
۴۴-۴۸	۱۸	۱۷۸/۳±۳۹/۵	۴۱۸۲۸±۸۶۴۳	۱/۸۴±۰/۰۴	۲۳۵/۶±۱۳/۹
۴۸-۵۲	۳۸	۲۱۱/۹±۳۸/۱	۴۹۴۸۰±۱۰۳۹۳	۱/۸۳±۰/۰۶	۲۳۳/۱±۱۸/۸
۵۲-۵۶	۱۹	۲۷۶/۸±۵۸/۱	۵۹۶۸۷±۱۲۶۹۴	۱/۸۸±۰/۰۶	۲۱۶/۲±۱۸/۵
۵۶>	۷	۳۹۶/۴±۳۲/۱	۸۴۳۳۲±۵۵۴۸	۱/۸۹±۰/۰۴	۲۱۳/۲±۱۲/۱

تخمک در هر گرم تخمک با افزایش وزن ماهی، کاهش داشت (جدول ۲). میانگین وزن تخمک نیز در ماهیان گروه‌های وزنی زیر ۸۰۰ تا بالای ۱۶۰۰ گرم به‌ترتیب ۴/۱±۰/۵، ۴/۱±۰/۲، ۴/۳±۰/۳، ۴/۴±۰/۳، ۴/۴±۰/۵ و ۴/۷±۰/۳ میلی‌گرم تعیین شد که با افزایش وزن مولدین ماده افزایش نشان داد.

بررسی تغییرات شاخص‌های تولیدمثلی ماهی سفید بر حسب طول ماهی نشان داد که میانگین هم‌آوری کاری ماهی سفید در گروه طولی زیر ۴۰ سانتی‌متر کمترین مقدار و در گروه طولی بالای ۵۶ سانتی‌متر بیشترین مقدار بوده و به‌تدریج با افزایش طول کل، تعداد تخمک‌ها افزایش می‌یابد (جدول ۳). میانگین قطر تخمک نیز تقریباً با افزایش طول بدن افزایش یافت و میزان هم‌آوری کاری ($P<۰/۰۱$، F= ۳۵/۳۴) و نیز قطر تخمک ($P<۰/۰۱$، F= ۵/۸۱) در گروه‌های طولی تفاوت داشت. آزمون توکی نیز ۵ گروه را از نظر هم‌آوری کاری تفکیک نمود که شامل ماهیان گروه طولی ۲-۱، ۳-۲، ۴-۳، ۵-۴ و ۶ می‌باشد. همچنین تعداد تخمک در هر گرم تخمک در ماهیان با طول کل زیر ۴۰ سانتی‌متر ۲۶۲-۲۰۵، در ماهیان ۴۴-۴۰ سانتی‌متر ۲۸۳-۱۹۹، در ماهیان ۴۸-۴۴ سانتی‌متر ۲۶۰-۲۰۶، در ماهیان ۵۲-۴۸ سانتی‌متر ۲۸۱-۱۹۹، در ماهیان ۵۶-۵۲ سانتی‌متر ۲۴۱-۱۷۹ و در ماهیان بزرگتر از ۵۶ سانتی‌متر ۲۳۳-۱۹۷ عدد محاسبه شد که دامنه آن‌ها با افزایش طول ماهی روند منظمی نداشت اما میانگین تعداد تخمک در هر گرم تخمک با افزایش طول ماهی، به‌جز ماهیان زیر ۴۰ سانتی‌متر که تعداد آن ناچیز بود (۲ عدد)، کاهش داشت (جدول ۳). میانگین وزن تخمک نیز در ماهیان گروه‌های طولی زیر ۴۰ سانتی‌متر تا بالای ۵۶ سانتی‌متر به‌ترتیب ۴/۴±۰/۷، ۴/۰±۰/۴، ۴/۳±۰/۳، ۴/۳±۰/۳، ۴/۷±۰/۴ و ۴/۷±۰/۳ میلی‌گرم تعیین شد که با افزایش طول مولدین ماده از ماهیان بزرگتر از ۴۰ سانتی‌متر افزایش نشان داد.

بحث

طی بررسی حاضر، در ماهی سفید مهاجر به سفیدرود، تخم‌های استحصالی ۱۱/۳ تا ۲۴/۰ با میانگین ۱۷/۶ درصد وزن بدن، تعداد تخمک‌های استحصالی یا هم-آوری کاری ۲۳۵۷۷ تا ۹۲۰۲۹ با میانگین ۴۹۶۴۳ عدد و هم‌آوری کاری نسبی ۲۵/۴ تا ۵۸/۱ با میانگین ۴۰/۷ عدد در گرم وزن بدن تعیین شد. بررسی عباسی و همکاران (۱۴۰۱)، نشان داد در خشک‌رود در ماهیان کوچکتر، تخم‌های استحصالی ۱۳/۰ تا ۱۷/۷ (میانگین ۱۵/۳) درصد وزن بدن، هم‌آوری کاری ۲۵۸۰۸ تا ۶۱۲۷۰ (میانگین ۳۷۹۴۵) عدد و هم‌آوری نسبی ۳۰/۴ تا ۴۰/۸ با میانگین ۳۵/۹ عدد تخمک در گرم وزن بدن بوده که نشانگر وضعیت بهتر این شاخص‌ها در مولدین ماده مهاجر به سفیدرود است و می‌تواند به‌دلیل بزرگتر بودن مولدین مهاجر به

سفیدرود، تکثیر مصنوعی با هورمونوتراپی (در خشک‌رود بدون هورمون) و احتمالاً وضعیت بهتر تغذیه مولدین قبل از مهاجرت به سفیدرود و یا تفاوت‌های ژنتیکی باشد. بررسی سوداگر و همکاران (۱۳۹۵)، روی مولدین این ماهی در سفیدرود نشان داد که تخم‌های استحصالی ۱۲/۸۹ تا ۱۶/۶۸ و میانگین ۱۵/۱۴ درصد وزن بدن بوده که کمتر از نتایج بررسی حاضر است. میانگین شاخص گنادی-بدنی در ماده‌های ۴ و ۵ ساله مصب سفیدرود به‌طور متوسط ۱۸/۷ درصد (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱) و در ماهی سفید مهاجر به رودخانه حویق با متوسط وزن بدن ۱۲۹۵ گرم، ۱۲/۲ تا ۲۷/۱ با میانگین ۱۹/۱ درصد بوده (رضوی صیاد، ۱۳۷۴) که هر دو بیش از نتایج بررسی حاضر می‌باشند، که به‌دلیل توزین کامل تخمدان در آن بررسی‌ها و عدم تخلیه کامل تخم‌ها در بررسی حاضر هنگام تکثیر مصنوعی می‌باشد.

در ماهی سفید مهاجر به رودخانه شیرود با متوسط وزن ۸۳۲ گرم، میانگین هم‌آوری کاری ۴۱۳۷۰ و هم‌آوری نسبی ۵۲۰۰۰ عدد تخمک در کیلوگرم وزن ماده تعیین شد (خارا و همکاران، ۱۳۸۹) که هم‌آوری نسبی بیشتر، می‌تواند مربوط به درصد تخم استحصالی بیشتر در شیرود، جثه کوچک‌تر، کیفیت بهتر مولدین (ژنتیکی یا محیطی) و یا قطر کمتر تخمک‌ها باشد. طبق نظر ولی‌پور و خانی‌پور (۱۳۹۴)، در فرم پاییزه ماهی سفید با میانگین وزن ۱۸۵۹ گرم، تعداد تخم‌های استحصالی (هم‌آوری کاری) ۶۷۱۸۳ تا ۱۱۶۴۶۶ با میانگین ۸۸۵۶۵ عدد و میانگین هم‌آوری نسبی نیز حدود ۴۷۶۰۰ عدد تخمک در کیلوگرم وزن مولد تعیین شد که هر دو نوع هم‌آوری، بیش از بررسی حاضر بوده و می‌تواند بخاطر جمعیت زمانی متفاوت (نژاد بهاره و پاییزه)، منطقه متفاوت (تالاب انزلی و سفیدرود)، میانگین وزنی بیشتر، درصد تخمدهی بیشتر و همچنین تغذیه بهتر مولدین مهاجر پاییزه تالاب انزلی قبل از مهاجرت و حتی تفاوت در دقت بررسی (دقت ترازو، دقت شمارش و ...) باشد.

طبق بررسی رضوی صیاد (۱۳۷۴)، هم‌آوری مطلق در مولدین ماده ماهی سفید مهاجر به رودخانه حویق با متوسط وزن بدن ۱۲۹۵ گرم، ۱۹۷۰۰ تا ۱۴۷۷۰۰ با میانگین ۷۴۵۰۰ عدد در هر مولد تعیین شد و با افزایش طول ماهی میانگین هم‌آوری افزایش یافت، در بررسی کنونی میانگین هم‌آوری مطلق بر اساس میانگین هم‌آوری ۱۵ نمونه مولد جواب نداده یا فوق رسیده، حدود ۵۷۰۶۰ عدد تخمک در هر مولد برآورد شد که کمتر از حویق می‌باشد و می‌تواند به کیفیت بهتر مولدین مهاجر به رودخانه حویق در زمان‌های گذشته، از جمله دستکاری کم آن‌ها مربوط باشد، اگرچه افزایش آلاینده‌ها و استرس‌های محیطی دیگر در این زمینه مؤثر می‌باشند. به‌علاوه به‌احتمال زیاد، تخمک‌ها پس از چندماه قرارگیری در فرمالین، کمی سنگین‌تر شده و در نتیجه، تعداد هم آوری (مطلق، کاری و نسبی) نسبت به اغلب منابع دیگر ممکن است حدود ۲۰ درصد کمتر تخمین زده شده باشد، زیرا طبق نظر Parker (۱۹۶۳)، وزن نمونه ماهیان تثبیت شده در فرمالین پس از مدتی، بین ۵ تا ۲۵ درصد افزایش نشان داد.

هم‌آوری مطلق در ماهی سفید دریای خزر ۲۷۰۰۰ تا ۲۸۰۰۰۰ (کازانچف، ۱۹۸۱)، تا ۲۹۰۰۰۰ (کیوانی و همکاران، ۱۳۹۵) و طبق نظر عبدلی (۱۳۹۵) تا ۱۱۵۰۰۰، در ماهی سفید مهاجر به تالاب انزلی ۳۶۲۰۰ تا ۱۹۸۵۶۰ و بطور متوسط ۱۰۶۵۰۵ (Faridpak, 1968)، در ماهی سفید مهاجر به رودخانه حویق طبق بررسی رضوی صیاد (۱۳۷۴) و خانی‌پور و ولی پور (۱۳۸۸) ۱۹۷۱۸ تا ۱۴۷۶۹۶ با میانگین ۷۴۷۷۴ عدد، در سواحل جنوبی دریای خزر، ۱۵۷۲۳ تا ۱۳۰۷۳۷ با میانگین ۶۴۴۹۶ (افرائی و همکاران، ۱۳۸۸)، ۱۶۹۸۵ تا ۹۲۹۸۵ با میانگین ۴۵۱۸۰ (دریانبرد و همکاران، ۱۴۰۰) و در فرم پاییزه ماهی سفید ۶۷۱۸۳ تا ۱۱۶۴۶۶ با میانگین ۸۸۵۶۵ عدد تخمک (ولی‌پور و خانی پور، ۱۳۹۴) تعیین شد، همچنین میانگین هم‌آوری مطلق در مولدین ماهی سفید در غرب گیلان ۷۴۵۰۰ (آذری تاکامی، ۱۳۶۲)،

در ساحل مازندران حدود ۶۰۴۳۵ (Afraei Bandpei *et al.*, 2011) و ۶۴۴۰۰ (Fazli *et al.*, 2013)، در ساحل گلستان ۷۰۳۰۰ (Keivany *et al.*, 2012) و در سواحل گیلان ۱۱۰۶۸۶ (امینیان فتیده، ۱۳۸۵) و در ماهی سفید مهاجر به رودخانه‌های شیرود، تنکابن، تجن و گهرباران استان مازندران به‌ترتیب ۴۹۰۰۰، ۴۳۵۰۰، ۵۳۱۰۰ و ۴۷۶۰۰ عدد تخمک (فارابی و همکاران، ۱۳۸۶) گزارش شد که کمی بیشتر از نتایج بررسی حاضر (۴۷۳۹۰ عدد) است که می‌تواند مربوط به کیفیت تغذیه و وزن مولدین و نیز جمعیت متفاوت باشد.

طی بررسی حاضر، میانگین هم‌آوری کاری ماهیان سفید ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ تا ۹ ساله به‌ترتیب حدود ۳۲۶۰۰، ۴۶۶۰۰، ۵۵۴۰۰، ۶۲۳۰۰ و ۸۱۲۰۰ عدد تخمک و هم‌آوری نسبی به‌ترتیب حدود ۴۱۳۵۰، ۴۲۸۰۰، ۳۹۰۰۰، ۳۷۴۶۰ و ۳۹۳۶۰ عدد تخمک در کیلوگرم وزن ماده بوده و میانگین هم‌آوری مطلق طبق مطالعه عباسی و همکاران (۱۴۰۱) به‌ترتیب حدود ۳۷۴۹۰، ۵۳۶۱۵، ۶۳۷۲۰، ۷۱۵۶۰ و ۹۳۳۸۰ عدد تخمک تخمین زده شدکه با افزایش سن ماهی هم‌آوری کاری افزایش و هم‌آوری نسبی کاهش یافت.

طبق نظر Khara و Bavand Savadkouhi (۲۰۱۷)، در ماهی سفید مهاجر به رودخانه شیرود در ماده‌های ۳ تا ۶ سال هم‌آوری مطلق به‌ترتیب ۳۴۲۸۰، ۴۵۱۶۸، ۵۲۸۳۹ و ۶۲۶۵۷ عدد تخمک و هم‌آوری نسبی به‌ترتیب ۵۴۱۰۰، ۵۴۲۰۰، ۵۲۲۰۰ و ۵۹۲۰۰ عدد تخمک در کیلوگرم وزن ماهی محاسبه شد که شباهت زیادی با ماهیان ۴ تا ۷ سال در بررسی حاضر دارد. همچنین طبق بررسی خارا و همکاران (۱۳۸۹)، میانگین هم‌آوری کاری در ماهی سفید ۳ تا ۶ سال مهاجر به شیرود به‌ترتیب حدود ۳۰۱۰۰، ۳۷۲۰۰، ۴۵۶۰۰ و ۵۵۰۰۰ عدد تخمک و میانگین هم‌آوری نسبی آن‌ها به‌ترتیب حدود ۵۸۰۰۰، ۵۳۰۰۰، ۴۸۰۰۰ و ۴۸۰۰۰ عدد تخمک در یک کیلوگرم وزن ماده تعیین شد که با افزایش سن ماهیان، هم‌آوری نسبی کاهش داشت که با نتایج بررسی حاضر اختلاف دارد که می‌تواند به‌دلیل تفاوت درصد جوابدهی مولدین، کیفیت مولدین، دقت بررسی نمونه‌ها (دقت ترازو، دقت شمارش و ...) و ژنتیکی باشد. میانگین هم‌آوری کاری ماهی سفید مهاجر به رودخانه تجن در ۱۳۸۶ در ماده‌های ۲ ، ۵ و ۶ سال با میانگین وزن بدن ۶۰۰، ۸۷۲ و ۱۱۲۰ گرم، به‌ترتیب حدود ۳۹۸۰۰، ۴۶۶۰۰ و ۴۷۸۰۰ عدد تخمک تعیین شد (خارا و همکاران،۱۳۸۹) که مطابق بررسی حاضر، با افزایش سن افزایش داشت.

طی بررسی حاضر، میانگین هم‌آوری کاری ماهی سفید در گروه‌های طولی زیر ۴۰ تا بزرگتر از ۵۶ سانتی‌متر از ۲۴۲۱۰ به ۸۴۳۳۲ عدد و هم‌آوری مطلق تخمینی (با ضریب تخمدهی ۰/۸۷) از ۲۷۸۳۰ به ۹۶۹۳۰ عدد تخمک در هر مولد ماده افزایش یافت. طبق بررسی رضوی صیاد (۱۳۷۴)، هم‌آوری مطلق در ماهی سفید با طول (احتمالاً چنگالی) ۳۸-۳۶، ۴۴-۴۲، ۵۰-۴۸ و ۵۶-۵۴ سانتی‌متر در رودخانه حویق به‌ترتیب ۴۵۰۰۰، ۶۶۲۰۰، ۹۷۷۰۰ و ۱۱۴۵۰۰ عدد تخمک در هر مولد و هم‌آوری نسبی به‌ترتیب ۶۱۲۰۰، ۶۱۲۰۰، ۵۹۷۰۰ و ۴۹۵۰۰ عدد تخمک در کیلوگرم مولد تعیین شد (رضوی صیاد، ۱۳۷۴).

طی بررسی حاضر، میانگین تعداد تخمک در هر گرم وزن تخمک‌های استحصالی ۲۳۱/۲ عدد تعیین شد، در حالی‌که در رودخانه خشک‌رود در ماهیان با اندازه کمی کوچکتر ۲۳۴/۲ عدد بوده (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱) که نشان می‌دهد تخمک‌های رسیده در ماده‌های با وزن نزدیک به هم تفاوت چندانی ندارند. تعداد تخمک در هر گرم تخم طبق نظر ولی پور و خانی پور (۱۳۹۴)، در فرم پاییزه ماهی سفید ۳۳۴ عدد تعیین شد. میانگین تعداد تخمک در هر گرم تخم در ماهیان ۴ ، ۵، ۶ و ۷ ساله بررسی حاضر، به‌ترتیب ۲۴۶/۰، ۲۳۴/۵، ۲۲۶/۱ و ۲۱۳/۱ عدد محاسبه شد که می‌تواند بزرگ‌تر شدن اندازه تخمک‌ها با افزایش اندازه بدن ماهیان را نشان دهد. تعداد تخمک در هر گرم تخم در ماده‌های ۳ تا ۶ سال ماهی سفید مهاجر به رودخانه شیرود، به ترتیب ۳۲۶،

۳۰۱، ۲۷۸ و ۲۷۷ عدد و و در ماده‌های ۲ ، ۵ و ۶ ساله ماهی سفید مهاجر به رودخانه تجن به‌ترتیب حدود ۳۶۶، ۲۷۱ و ۲۸۹ عدد تخمک تعیین شد (خارا و همکاران، ۱۳۸۹) که هر دو بیشتر از نتایج بررسی حاضر می‌باشند که به‌نظر می‌رسد علاوه بر تفاوت در دقت شمارش‌ها و دقت ترازو در بررسی‌ها، دلیل اصلی آن احتمالاً تثبیت تخمک‌ها در فرمالین ۵٪ طی چندماه در بررسی حاضر باشد، که منجر به افزایش وزن تخمک‌ها و در نتیجه تعداد کمتر تخمک‌ها در گرم شده باشد زیرا طبق نظر منابع، وزن نمونه ماهیان تثبیت شده در فرمالین پس از مدتی، بین ۵ تا ۲۵ درصد افزایش نشان داد (Parker, 1963)، در نتیجه، به‌نظر می‌رسد تعداد متوسط تخمک‌ها در گرم طی بررسی حاضر، ۲۸۰ تا ۳۰۰ عدد متغیر باشد.

طی بررسی حاضر، میانگین قطر تخمک‌ها ۱/۸۴ میلی‌متر تعیین شد، میانگین آن در ماهیان رودخانه‌های خشک‌رود (عباسی و همکاران، ۱۴۰۱) و شیرود (خارا و همکاران، ۱۳۸۹) ۱/۸۵ میلی‌متر گزارش شد که نشان می‌دهد تخمک‌های رسیده در ماده‌های با وزن نزدیک به هم تفاوت چندانی ندارند. همچنین طی بررسی حاضر، میانگین قطر تخمک در سنین ۴ تا ۹ ساله بین ۱/۸۰ تا ۱/۹۰ میلی‌متر بوده که با افزایش سن، افزایش نشان داد. میانگین قطر تخمک‌ها در ماده‌های ۳ تا ۶ ساله ماهی سفید رودخانه شیرود ۱/۷۴ تا ۱/۹۱ میلی‌متر (خارا و همکاران، ۱۳۸۹) و در ماهی سفید سواحل گلستان در سنین +۳ تا +۸ ۱/۷۹ تا ۲/۱۱ میلی‌متر (Keivany *et al.*, 2012) تعیین شد. قطر تخمک‌ها در همه این مطالعات با افزایش سن و اندازه بدن، افزایش نشان داد اما تفاوت قطر تخمک‌ها در یک سن مشخص در مطالعات مختلف می‌تواند در ارتباط با میزان رشد طولی وزنی مولدین در همان سن در مناطق مختلف، میزان رسیدگی تخمک‌ها، دقت اندازه‌گیری قطر تخمک‌ها (کولیس، خط‌کش، آکولامتر و ...) و نیز حالت تخمک‌ها (تازه، تثبیت‌شده در فرمالین، آب نمک و ...) باشد. طی بررسی حاضر، میزان همبستگی بین هم‌آوری کاری و وزن بدن، ۰/۷۳، بین هم‌آوری کاری و طول کل ۰/۷۲ و بین هم‌آوری کاری و سن ماهی ۰/۶۲ تعیین شد. میزان همبستگی در بررسی Afraee و همکاران (۲۰۱۱)، بین هم‌آوری مطلق با طول چنگالی ۰/۹۹، با وزن بدن ۰/۹۳ و با سن ماهی ۰/۹۲ و طبق نظر افرایی و همکاران (۱۳۸۸)، بین هم‌آوری مطلق و طول چنگالی ۰/۵۳ تعیین شد. میزان همبستگی طبق بررسی دریانبرد و همکاران (۱۴۰۰)، بین هم‌آوری مطلق و وزن بدن ۰/۸۷، با طول چنگالی ۰/۸۲ و با سن ماهی ۰/۷۷، طبق بررسی Keivany و همکاران (۲۰۱۲)، بین هم‌آوری مطلق با وزن بدن ۰/۸۴، با طول چنگالی ۰/۶۹ و با سن ماهی ۰/۳۲ و طبق بررسی خارا و همکاران (۱۳۸۹) در ماهی سفید رودخانه شیرود همبستگی بین هم‌آوری مطلق با وزن، طول و سن ماهی سفید به‌ترتیب ۰/۸۱، ۰/۷۳ و ۰/۴۸ برآورد شد. در این مطالعات، بیشترین میزان همبستگی هم‌آوری با وزن و کمترین آن با سن ماهیان بود. هم‌آوری مطلق تحت تاثیر فاکتورهای دیگری مانند موقعیت جغرافیایی و فاکتورهای محیطی نظیر تغییرات دمایی بوده (Nikolskii, 1963; Potts and Wootton, 1989; Wootton, 1992; Unlu and Balci, 1993; Rinaldo, 2020; Agarwal, 1999) و میزان آن با افزایش سن مولدین (Reznick *et al.* 2002) و وزن تخمدان (Bagenal, 1978) افزایش می‌یابد. همچنین هم‌آوری مطلق و نسبی عمدتاً با افزایش اندازه ماهی افزایش نشان می‌دهد (Bond, 1979; Beer *et al.*, 2013; Rinaldo, 2020; Reid and Chaput, 2012; Kjesbu *et al.*, 1998) زیرا ماهیان بزرگ‌تر به‌دلیل داشتن فضای شکمی بیشتر، تخم‌های بزرگ‌تر تولید می‌کنند (Marteinsdottir and Begg, 2002; Murawski *et al.*, 2001). بنابراین اختلاف دامنه و میانگین هم‌آوری مطلق و نسبی ماهی سفید، می‌تواند به‌خاطر تفاوت در اندازه ماهی‌ها، نوع جمعیت، منطقه مطالعاتی، تراکم جمعیت، دمای آب، کیفیت تغذیه

قبل از تخم‌ریزی و شرایط محیطی دیگر، حتی دقت و روش پژوهشگران، دقت و کالیبراسیون ترازو و عوامل دیگری مانند ریختن مقداری تخم از مولدین در فصل تکثیر داخل حوضچه‌ها یا در رودخانه‌ها، باشد.

در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین نتایج پژوهشگران مختلف و نیز بین آن‌ها و بررسی حاضر در زمینه هم‌آوری‌های مطلق، کاری و نسبی، تعداد تخمک در گرم و تغییرات آن‌ها بر حسب سن و نیز میزان همبستگی بین هم-آوری‌ها با طول، وزن و سن ماهی سفید، مشاهده شد، که ممکن است به‌دلیل تفاوت‌های ژنتیکی، تغذیه و سن ماهیان و بخشی نیز به‌دلیل دقت پژوهشگر باشد، بنابراین پیشنهاد می‌گردد طی فروردین ماه یک سال مشخص، حدود ۳۰ تا ۵۰ نمونه هم اندازه از ماهی سفید ماده در چند رودخانه مختلف استان‌های گیلان، مازندران و گلستان تهیه و هم‌آوری‌های مطلق، کاری و نسبی، تعداد تخمک در گرم و قطر تخمک آن‌ها توسط یک نفر ثابت تعیین شود و نتایج حاصل، در اختیار همه علاقمندان از جمله مراکز تکثیر این ماهی، اساتید و پژوهشگران قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه در قالب پروژه بررسی فراوانی و ساختار طولی و وزنی بچه ماهیان و تعیین جمعیت‌های اکولوژیک ماهیان سفید و کفال در سواحل استان گیلان با کد مصوب ۹۹۰۹۷۶-۹۹۰۴۴-۰۳۴-۱۲-۷۳-۱۲۴ موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور انجام شد بنابراین از مسئولین مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان استخوانی شهید انصاری رشت و مسئولان پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی (بندر انزلی) که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

آذری تاکامی ق. ۱۳۶۲. تعیین هم‌آوری ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*). نامه دانشکده دامپزشکی‌دانشگاه تهران . ۲-۱: ۷۸-۶۷.

افرایی م. ع.، عبدالملکی ش.، کیمرام ف.، پرافکنده ف.، جانباز ع. ا.، دریانبرد غ.، طالشیان ح.، قاسمی ش.، کر د.، لاریجانی م.، فضلی ح. ۱۳۸۸. گزارش نهایی پروژه بررسی سن، رشد، رژیم غذایی، تولیدمثل و رسیدگی جنسی ماهی سفید در سواحل جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۹۷ ص.

امینیان فتیده ب. ۱۳۸۵. بررسی شاخص‌های زیستی ماهی سفید در بخش جنوبی دریای خزر. پایان نامه دکتری رشته تکنولوژی صید. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه گرگان. ۲۴۰ ص.

خارا ح.، به گزین م.، یوسفیان م.، رهبر م.، احمدنژاد م.، بینایی م. ۱۳۸۹. اثر سن بر عملکرد تولیدمثلی مولدین ماده ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) در رودخانه تجن. مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، ۴(۳): ۶۳-۵۵.

خانی پور ع. ا.، ولی پور ع. ۱۳۸۸. ماهی سفید جواهر دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۸۷ ص.

پرافکنده ف. ۱۳۸۷. تعیین سن در آبزیان. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. تهران. ۱۳۹ ص.

دریانبرد غ.، فضلی ح.، تقوی مطلق س. ا.، وهاب نژاد آ.، باقرزاده افروزی ف. ۱۴۰۰. تولید مثل و بلوغ جنسی ماهی سفید (*Rutilus kutum*) در آب‌های ایرانی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران. ۲۹(۵): ۱۲۱-۱۱۱.

رضوی صیاد ب.، ۱۳۷۴. ماهی سفید. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۶۵ ص.

سوداگر م.، صدق پور ثابت س.، ذکریائی ح.، دادگر ش. ۱۳۹۵. بررسی اثر هورمون‌های اواپریم (SGnRHa+ دامپریدون)، اوافکت (آنتاگونیست دوپامین+ GnRH) و عصاره هیپوفیز بر بازده تکثیر مصنوعی ماهی سفید *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901). پژوهش

های ماهی شناسی کاربردی. ۴(۳): ۶۴-۵۳.
عباسی ک.، باقری جونقانی س.، مرادی م.، سرپناه ع.، زحمتکش ی، پورغلامی مقدم ا.، مولودی‌صالح ع.، نیک پور م.، گروهی د.، صیادرحیم م. ۱۴۰۱. گزارش نهایی پروژه بررسی فراوانی و ساختار طولی و وزنی بچه ماهیان و تعیین جمعیت های اکولوژیک ماهیان سفید و کفال در سواحل استان گیلان. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. تهران. ۳۱۲ ص.
عباسی ک. ۱۳۹۶. ماهیان گیلان. دانشنامه فرهنگ و تمدن گیلان (ایلیا). رشت. ۲۰۸ ص .
عبدلی، ا. ۱۳۹۵. راهنمای میدانی ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات ایران شناسی. تهران. ۲۷۲ ص.
فارابی س. م.، خوشباور رستمی ح.، قانعی تهرانی م.، قیاسی م.، آذری ع.، بهروزی ش.، موسوی ه.، فیروزکندیان ش.، حبیبی ف.، زاهدی طبرستانی آ.، ملائی ح.، مهدوی امیری ا.، عقلمندی ف.، بینائی م. ۱۳۸۶. بررسی وضعیت تکثیر مولدین و رهاسازی بچه ماهیان سفید در حوزه جنوبی دریای خزر (استان مازندران، سال ۱۳۸۳). مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۴ (۱): ۱۶۶-۱۵۶.
عبدلی ا.، نادری م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوزه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. تهران. ۲۴۲ ص.
کازانچف آ.ن. ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن . ترجمه و تالیف: مهندس ابوالقاسم شریعتی، انتشارات نقش مهر. چاپ اول. سال ۱۳۸۳. ۲۰۵ ص.
کیوانی ی.، نصری م.، عباسی ک. و عبدلی ا. ۱۳۹۵. اطلس ماهیان آب های داخلی ایران (فارسی و انگلیسی). انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست. تهران. ۲۱۸ ص.
ولی پور ع.، خانی پور ع.ا. ۱۳۹۴. زی فن تکثیر مصنوعی ماهی سفید (*Rutilus frisii*) فرم پائیزه دریای خزر. نشریه توسعه آبزی پروری، ۹(۴): ۸۸-۷۵.
Afraei Bandpei M.A., Abdolmaleki S., Najafpour S., Bani A., Pourgholam R., Nasrolahzadeh H. and Fazli, H., 2011. The Environmental Effect on Spawning Time, Length at Maturity and Fecundity of Kutum (*Rutilus kutum*, Kamensky, 1901) in Southern Part of Caspian Sea, Iran. Iranica *Journal of Energy & Environment* 2(4), 374-381.
Agarwal B. 1999. Fishes Reproduction. Translated by: Kamali, I and Valinesab, T. 2004. Iranian fisheries research organization, Tehran, Iran. 258 p.
Bagenal T.B. (1978). Aspects of fish fecundity. In: Gerking S.D. (ed.) Methods of assessment of ecology of freshwater fish production, Blackwell, Oxford. pp. 75-101.
Beer N.A., Wing, S.R. 2013. Trophic ecology drives spatial variability in growth among subpopulations of an exploited temperate reef fish. N*ew Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 47(1), 73-89.
Biswas S.P. 1993. Manual of methods in fish biology. South Asian publishers put Ltd. 36 Nejati subhosh mary.Daryagam, New Delhi, 110002. India. 157 p.
Bond C.E. 1979. Biology of fishes. Saunders College publishing Halt, Rinehart and winston.U.S.A. 514 p.
Brown P., Sivakumaran K.P., Stoessel D., Giles A., Green C., Walker T. 2003. Carp Population Biology in Victoria. Marine and Freshwater Resources Institute, Department of Primary Industries, Snobs Creek. Victoria. Report 56, Feb. 202 p.
Brown P., Sivakumaran K.P., Stoessel D., Giles A. 2005. Population biology of carp (*Cyprinus carpio* L.) in the mid-Murray River and Barmah Forest Wetlands, Australia.*Marine and Freshwater Research* 56, 1151-1164.
Brown-Peterson N.J., Wyanski D.M., Saborido-Rey F., Macewicz B.J., Lowerre-Barbieri, S.K. 2011. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries* 3(1), 52-70.
Coad B.W. 2020. The freshwater fishes of Iran. Retrieved February, 12, 2020. Brian W. Coad personal website. From www.briancoad.com.
Fazli H., Afraei M.A., Pourgholam R., Roohi A. 2013. Long-term changes infecundity of the Kutum, *Rutilus kutum* Kamensky, 1901, in the Caspian Sea. *Zoology in the Middle East* 59(1), 51-58.
Farid-Pak F. 1968. Fertility of the kutum, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii). *Journal of Ichthyology (Problems of Ichthyology)* 8, 61-68.
Froese R., Pauly D. 2022. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (Accessed 1/2022).

Moskova. Gorudarstvennoe izdatelstov, sovetskayanaaka. Translated to English. 538 p.

Parker R.R. 1963. Effects of Formalin on Length and Weight of Fishes. *Journal of fisheries research board of Canada* 20(6), 1441-1455.

Potts G.W., Wootton, R.J. 1989. Fish reproduction.strategies and Tacties. Academic press limited. Thirdprinting. Printed in Great Britain.410 p.

Reid J.E., Chaput G. 2012. Spawning history influence on fecundity, egg size, and egg survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*) from the Miramichi River, New Brunswick, Canada. *ICES Journal of Marine Science* 69(9), 1678-1685.

Reznick D., Ghalambor C., Nunney L. 2002. The evolution of senescence in fish. *Mechanisms of Aging and development* 123, 773-789.

Rinaldo A. 2020. Fecundity and egg size in anadromous brown trout *Salmo trutta*. Department of Arctic and Marine Biology. UiT the Arctic University of Norway. Master Thesis. 42 P.

Unlu E., Balci K. 1993.observation on the reproduction of *Leuciscus cephalus orientalis* (Cyprinidae) in savur streem (Turkey).Cybium 17(3), 241-250.

Wootton R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. London: Chapman & Hall.

Wootton R.J. 1992. Fish ecology. Translated by Esteki, A. A. 1994. IFRO publication. Tehran. Iran. 244 p.

Zar J.H. 2010. Biostatistical analysis. 4th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 946 p.

Keivany Y., Zare P., Kalteh L. 2012. Age, Growth and Reproduction of the Female Kutum, *Rutilus kutum* (Kamensky, 1901) in Gorgan-Rud Estuary, Northern Iran. *Research in Zoology* 2(3), 7-14.

Khara H., Bavand Savadkouhi E.H. 2017. Effect of age on reproductive performance of Kutum, *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) in Shirood River, the southern coast of the Caspian Sea. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 15(3), 205-212.

Kjesbu O.S., Klungsoyr J., Kryvi H., Witthames P.R., Greer Walker M., 1991, Fecundity, atresia, and egg size of captive Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatics Sciences* 48, 2333-2343.

Kjesbu O.S., Witthames P.R., Solemdal P., Greer Walker M. 1998. Temporal variations in the fecundity of Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) in response to natural changes in food and temperature. *Journal of Sea Research* 40, 303-321

Marteinsdottir G., Begg G.A. 2002. Essential relationships incorporating the influence of age, size and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Marine Ecology Progress Series* 235, 235-256.

Murawski S.A., Rago P.J., Trippel E.A. 2001. Impacts of demographic variation in spawning characteristics on reference points for fishery management. ICES *Journal of Marine Sciences* 58, 1002-1014.

Nikolskii G.V. 1963. The ecology of fishes.

Fecundity in migratory kutum, *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) in Sefid River and its relationship with weight, length and age

Keivan Abbasi Ranjbar*[1], Danial Gorouhi[2], Alinaghi Sarpanah[3], Mehdi Moradi[1]

[1]Inland Waters Aquaculture Research Center. Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.
[2]Center of propagation and restoring of bony fishes of Caspian Sea of Shahid Ansari, Rasht, Iran.
[3]Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
*Corresponding author: keyvan_abbasi@yahoo.com
Received: 2022/11/11 Accepted: 2022/12/1

Abstract

This study aimed to determine fecundity in relation to age and size, and the correlation between fecundity and egg diameter with whole body weight, total length and age in migratory kutum, *Rutilus frisii*, to Sefid River, southern Caspian Sea. Ripe females were caught about 1000 m far from the river mouth using beach seine with 20 mm mesh size during their migration season in March 2021, and they were transferred into ponds of Shahid Ansar propagation and restoration center for bony fishes of Caspian Sea, Rasht city. The propagation of females was done using hormonthrapy (Ovaprim). The total length, body weight, and age of specimens were measured before artificial propagation and the weight of the gonad was measured. One gram of egg was sampled randomly and fixed into a glass containing formaldehyde 5%. Then the precise weight of the egg samples wasdetermined using a digital scale. The examination of 98 female specimens with a weight 540-2710g (1231±384, Mean±SD) showed that working fecundity of 23577-92029 (49643±16185) eggs per individual, relative fecundity of 25.4-58.1 (40.7±6.8) eggs per gr / body weight and eggs diameter of 1.67-1.99 (1.84±0.06) mm. The working fecundity was raised with increasing fish age and size but relative fecundity decreased by increasing age and size.

Keywords: *Rutilus frisii*, Reproduction, Fecundity, Caspian Sea.